

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-133922

(43)Date of publication of application : 17.05.1994

(51)Int.Cl.

A61B 1/00

A61M 25/01

G02B 23/24

(21)Application number : 04-286084

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 23.10.1992

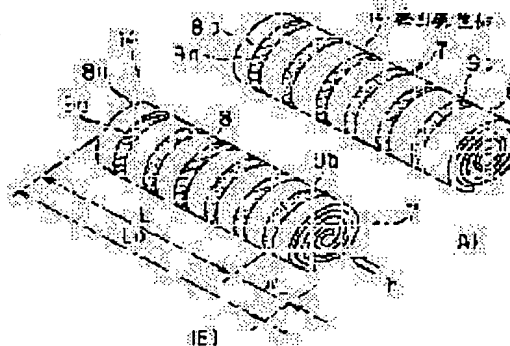
(72)Inventor : HIRAO ISAMI  
OZEKI KAZUHIKO  
UEDA YASUHIRO  
YANAGISAWA KAZUMUKI  
UCHIYAMA HIDENORI

## (54) CURVING MECHANISM FOR FLEXIBLE TUBE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the curving power and responsiveness of a curving mechanism with an actuator which uses a chemomechanical material driven by application of voltage and to prevent generation of gases during drive by application of voltage.

CONSTITUTION: A film type actuator component 7 comprising tandem electrodes 9a, 9b mounted on a chemomechanical sheet 8 is formed, and means for curving a curved portion are formed by a coiled structural body 14 formed by winding the film type actuator component 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-133922

(43)公開日 平成6年(1994)5月17日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 1/00	3 1 0 H	8119-4C		
	A	8119-4C		
A 6 1 M 25/01				
G 0 2 B 23/24	A	7132-2K		
		9052-4C		
			A 6 1 M 25/ 00	3 0 9 B
			審査請求	未請求 請求項の数1(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平4-286084

(22)出願日 平成4年(1992)10月23日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 平尾 勇実

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 大関 和彦

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 植田 康弘

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

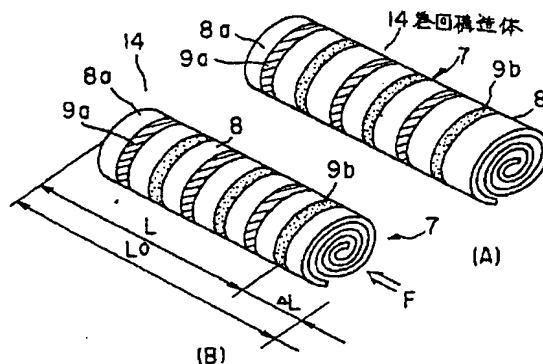
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 可撓管の湾曲機構

(57)【要約】

【目的】本発明は電圧印加駆動型のケモメカニカル材料を利用したアクチュエータによる湾曲力量・応答性を向上でき、かつ電圧印加駆動時のガス発生を防止することを最も主要な特徴とする。

【構成】ケモメカニカルシート8にくし形電極9a、9bが装着された膜型アクチュエータ構成要素7を形成し、この膜型アクチュエータ構成要素7を巻回して形成された巻回構造体14によって湾曲部の湾曲操作手段を形成したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 可撓管の湾曲部の湾曲作用のアクチュエータとしてケモメカニカル材料を用いた可撓管の湾曲機構において、前記ケモメカニカル材料がシート状に成形されたケモメカニカルシートを設け、このケモメカニカルシートに電圧印加電極が装着された膜型アクチュエータ構成要素を形成するとともに、前記膜型アクチュエータ構成要素を巻回して巻回構造体を形成し、この巻回構造体によって前記湾曲部を湾曲操作する湾曲操作手段を設けたことを特徴とする可撓管の湾曲機構。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は例えば内視鏡の挿入部や、カテーテル等に使用される可撓管の湾曲機構に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、内視鏡の挿入部や、カテーテル等に使用される可撓管の先端部側に湾曲変形可能な湾曲部を設け、手元側の操作部の操作にともないこの湾曲部を遠隔的に湾曲操作する湾曲機構を設けたものが知られている。

【0003】 この種の湾曲機構の一例として例えば特開平1—320068号公報には可撓管の湾曲部にケモメカニカル材料（メカノケミカル材料）の膨脹・収縮動作を利用したアクチュエータを配設することにより、内視鏡の挿入部や、カテーテル等に使用される可撓管の細径化を図るようにしたものが開示されている。

【0004】 なお、特開平1—320068号公報には挿入部を構成する樹脂製の外皮の内部に挿入部の長手方向に沿って長い一対の収納室を形成し、この収納室内に棒状のケモメカニカル材料を収納するとともに、この収納室の前後両端に電圧印加用電極を配設し、両電極間のケモメカニカル材料への電圧印加を制御することにより、可撓管を湾曲操作する構成の電圧印加駆動型のケモメカニカル材料のアクチュエータが示されている。

【0005】 ここで、ケモメカニカル材料の両端の電極間に電圧を印加した場合にはケモメカニカル材料は水を放出しながら収縮し（ケモメカニカル反応）、このケモメカニカル材料の収縮動作にともない可撓管を湾曲操作するようになっていく。そして、ケモメカニカル材料の両端の電極間の電圧印加を止めるとケモメカニカル材料は放出した水を再び吸収しながら膨脹し、可撓管の湾曲動作が解除されるようになっていく。

【0006】 また、ケモメカニカル材料の動作を制御する手段としては電圧印加駆動型の駆動手段に代えてpHが異なる溶液を供給することでケモメカニカル材料を膨脹、或いは収縮させる構成にしたpH制御型の駆動手段を備えたアクチュエータもある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従

来構成のものにあつてはケモメカニカル材料から成るアクチュエータ構成部材のケモメカニカル的な反応によって、そのアクチュエータ構成部材を収縮又は伸長させる為、湾曲部を湾曲操作する際の応答速度が一般的に遅くなるとともに、湾曲力量も小さく、可撓管を十分湾曲させる事が困難なものとなる問題がある。

【0008】 さらに、電圧印加駆動型のケモメカニカル材料の場合にはケモメカニカル材料への印加電圧が大きい場合には水の電気分解により、電極部からガスが発生する問題がある。

【0009】 また、ケモメカニカル材料の両端の電極間への電圧印加時のガス発生を防止するために駆動電圧を小さくした場合にはアクチュエータとしての駆動力量がさらに小さくなるとともに、応答性がさらに低下する問題がある。

【0010】 本発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的は、電圧印加駆動型のケモメカニカル材料を利用したアクチュエータによる湾曲力量・応答性を向上でき、かつ電圧印加駆動時のガス発生を防止できる可撓管の湾曲機構を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明は可撓管の湾曲部の湾曲作用のアクチュエータとしてケモメカニカル材料を用いた可撓管の湾曲機構において、前記ケモメカニカル材料がシート状に成形されたケモメカニカルシートを設け、このケモメカニカルシートに電圧印加電極が装着された膜型アクチュエータ構成要素を形成するとともに、前記膜型アクチュエータ構成要素を巻回して巻回構造体を形成し、この巻回構造体によって前記湾曲部を湾曲操作する湾曲操作手段を設けたものである。

【0012】

【作用】 ケモメカニカルシートに電圧印加電極が装着された膜型アクチュエータ構成要素を巻回した巻回構造体を湾曲部内に装填することにより、湾曲部の内部スペースに高充填率でアクチュエータを実装してアクチュエータによる湾曲力量・応答性を向上させ、かつ電圧印加駆動時のガス発生を防止するようにしたものである。

【0013】

【実施例】 以下、本発明の第1の実施例を図1乃至図3(B)を参照して説明する。図3(A)は例えば医療用処置等に用いられるカテーテル等の可撓管1の先端部側の湾曲部2を示すものである。この可撓管1の管内には可撓性のチャンネルチューブ4が配設されており、このチャンネルチューブ4の内部に処置具等を挿通する為の処置具挿通チャンネル3が形成されている。

【0014】 また、可撓管1の先端部にはチャンネルチューブ4の外周部位に湾曲作用の第1のアクチュエータ（湾曲操作手段）5および第2のアクチュエータ（湾曲操作手段）6がそれぞれ配設されている。この場合、第1のアクチュエータ5および第2のアクチュエータ6

には図1に示す膜型アクチュエータ構成要素7が設けられている。

【0015】この膜型アクチュエータ構成要素7には電圧を印加する事で収縮するケモメカニカル材料がシート状に成形されたケモメカニカルシート8が設けられている。この場合、ケモメカニカル材料としては例えば、橋かけしたポリ2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸(PAMPS)、ポリメタクリル酸(PMAA)、PAMPSとPMAAとの混合物、ホーリアクリル酸(PAA)、ポリスチレンスルホン酸ナトリウム、ポリ-4-ビニルピリジン(P4VP)及びその四級化物、寒天、アルギン酸、コラーゲン、ゼラチン等の電荷を持った高分子電解質ゲル、パーフルオロスルホン酸等から成るイオン交換膜が用いられる。

【0016】さらに、ケモメカニカルシート8の表面8aおよび裏面8bには電圧を印加する為のくし形電極(電圧印加電極)9a、9bがそれぞれ設けられている。これらのくし形電極9a、9bはリード線10を介して可変抵抗器11、電源12、スイッチ13がそれぞれ接続されている。そして、スイッチ13のオン・オフ操作にともない電源12から各くし形電極9a、9bを介してケモメカニカルシート8に印加される電圧の印加状態を制御可能になっている。

【0017】なお、くし形電極9a、9bには複数のくし形歯部15a…、15b…がそれぞれ突設されている。これらのくし形歯部15a…、15b…は噛合状態で並設されている。

【0018】また、膜型アクチュエータ構成要素7は図1中の矢印で示すようにくし形電極9a、9bのくし形歯部15a…、15b…の突設方向に巻回され、図2(A)に示すようにくし形歯部15a…、15b…の突設方向と直交する方向に配置された中心軸を中心に巻回された巻回構造体14が形成されている。そして、2組の巻回構造体14、14が可撓管1とチャンネルチューブ4との間に挿入された状態で、可撓管1の内周壁と固定され、可撓管1の湾曲部2を湾曲操作する第1のアクチュエータ5および第2のアクチュエータ6がそれぞれ形成されている。

【0019】さらに、第1のアクチュエータ5および第2のアクチュエータ6のそれぞれのスイッチ13は手元側のジョイスティック等から成る操作部14に接続されている。そして、この操作部14の切換えレバー14aの操作にともない第1のアクチュエータ5または第2のアクチュエータ6のいずれか一方のスイッチ13が選択的にオン・オフ操作され、オン操作されたスイッチ13側のアクチュエータ5または6に電圧が印加されるようになっている。

【0020】ここで、第1のアクチュエータ5および第2のアクチュエータ6の巻回構造体14は電圧が印加されていない非電圧印加状態では図2(A)に示すように

巻回構造体14の中心軸方向の長さがLの初期形状で保持されている。そして、巻回構造体14は電圧印加時には図2(B)に示すように巻回構造体14の中心軸方向の長さが $\Delta L$ だけ収縮して全体の長さがLに収縮し、この巻回構造体14の収縮動作にともない力Fが発生するようになっている。

【0021】次に、上記構成の作用について説明する。まず、カテーテル等の可撓管1の使用時にはこの可撓管1を患者の消化管等に挿入したのち、チャンネルチューブ4の処置具挿通チャンネル3を通して図示しない処置具を患者の体内に挿入する。

【0022】また、体内に挿入された処置具を目的とする患部へ誘導する為に、可撓管1の先端部を湾曲させる必要が生じた場合には手元側の操作部14の切換えレバー14aを操作する。そして、この操作部14の切換えレバー14aの操作にともない第1のアクチュエータ5または第2のアクチュエータ6のいずれか一方のスイッチ13が選択的にオン・オフ操作され、オン操作されたスイッチ13側のアクチュエータ5または6、例えばここでは第1のアクチュエータ5に電圧が印加される。

【0023】ここで電圧が印加された第1のアクチュエータ5の巻回構造体14は図2(B)に示すようにこの巻回構造体14の中心軸方向の長さが $\Delta L$ だけ収縮して全体の長さがLに収縮し、この巻回構造体14の収縮動作にともない力Fが発生する。そのため、この巻回構造体14の収縮動作力Fによって可撓管1の湾曲部2は図3(B)に示すように湾曲操作される。

【0024】さらに、目的の処理が終了したら再度、操作部14の切換えレバー14aを操作して第1のアクチュエータ5への通電を止める。これにより、第1のアクチュエータ5は図2(A)に示す伸長状態に復帰され、この第1のアクチュエータ5の形状復帰動作にともない可撓管1の湾曲部2は図3(A)に示す元の直線状態に復帰される。

【0025】また、図3(B)に示す湾曲操作方向と逆側に湾曲させたい場合には操作部14の切換えレバー14aを操作して第2のアクチュエータ6に電圧を印加し、この第2のアクチュエータ6の巻回構造体14を収縮させることにより、可撓管1を図3(B)に示す湾曲操作方向と逆側に湾曲させることができる。

【0026】そこで、上記構成のものにあつてはケモメカニカルシート8にくし形電極9a、9bが装着された膜型アクチュエータ構成要素7を巻回した巻回構造体14を可撓管1の湾曲部2内に装填したので、湾曲部2の内部スペースに高充填率でアクチュエータ5、6を実装することができる。そのため、アクチュエータ5、6の実装体積を大きくとる事ができるので、アクチュエータ5、6による湾曲力量・応答性を向上することができる。

【0027】さらに、ケモメカニカルシート8の表面8

aおよび裏面8bに表面積が大きいし形電極9a、9bを設けたので、アクチュエータ5、6を低電圧で駆動することができる。そのため、可撓管1の湾曲部2の湾曲操作時にはくし形電極9a、9b間に印加される駆動電圧を従来に比べて小さくすることができるので、従来のような水の電気分解によるガスの発生を防止することができる。

【0028】また、図4は本発明の第2の実施例を示すものである。この実施例の可撓管21の湾曲部2には第1の実施例の巻回構造体14と同一構成の巻回構造体14によって形成される3組のアクチュエータ（第1～第3のアクチュエータ21、22、23）が装着されている。そして、これらのアクチュエータ21、22、23のいずれか1個、或いは2個に適宜選択的に電圧を印加することにより、可撓管21の湾曲部2を360°の任意の方向に湾曲操作することができるようになってい

る。

【0029】したがって、この場合も第1の実施例と同様に湾曲部2の内部スペースに高充填率でアクチュエータ21、22、23を実装することができるので、第1の実施例と同様の効果を得ることができる。

【0030】また、図5および図6は本発明の第3の実施例を示すものである。これは、図6に示すように例えば医療用の診断・処置に用いられる内視鏡の挿入部31の湾曲部32に、図5に示すように第2の実施例と同様に第1の実施例の巻回構造体14と同一構成の巻回構造体14によって形成される3組のアクチュエータ（第1～第3のアクチュエータ33、34、35）を装着したものである。

【0031】ここで、内視鏡の挿入部31には可撓性の外皮36内にイメージガイドファイバ37、ライトガイドファイバ38、チャンネルチューブ39がそれぞれ配設されている。さらに、チャンネルチューブ39の内部には処置具挿通チャンネル40が形成されている。

【0032】そして、内視鏡の使用時にはこの内視鏡の挿入部31を消化管、血管等の管腔臓器に挿入し、目的とする患部を診断・処置する。この患部の診断・処置作業を行なう際、内視鏡の湾曲部32を湾曲させる必要が生じた場合には図示しない手元側の制御部を操作し、湾曲させたい側のアクチュエータ、すなわちアクチュエータ33、34、35のうちのいずれか1個、或いは2個に適宜選択的に電圧を印加する。これにより、挿入部31の湾曲部32を図6に示すように通電した側のアクチュエータ方向に湾曲させ、診断・処置が行なえる。なお、制御部を操作して通電を止めれば挿入部31の湾曲部32は元の直線状態に戻る。

【0033】したがって、この場合も第1の実施例と同様に内視鏡の挿入部31の湾曲部32の内部スペースに高充填率でアクチュエータ33、34、35を実装することができるので、第1の実施例と同様の効果を得るこ

とができる。

【0034】また、図7乃至図9は図9に示すようにカテーテル等の可撓管41の先端部側に多段型の湾曲部42を配設した第1の変形例を示すものである。この場合、可撓管41の湾曲部42には図7に示すように軸方向及び円周方向にそれぞれ複数のアクチュエータ収納室43が設けられている。これらのアクチュエータ収納室43にはそれぞれ図8(A)に示すケモメカニカル材料から成るアクチュエータ44が収納されている。

【0035】このアクチュエータ44には図8(A)に示すように上下に離間対向配置された一対の剛性のある支持板45、46が設けられている。また、これらの両支持板45、46間の外周面には筒状の可撓性フィルム50が配設されてアクチュエータ44の密閉室44aが形成されている。

【0036】さらに、密閉室44a内には螺旋状の正電極47が両支持板45、46間の中心部に架設されており、この正電極47の周囲には複数の円筒状もしくは繊維状のケモメカニカル物質48…が略平行に配設され、さらにこのケモメカニカル物質48…の外周部位を囲む状態で螺旋状の負電極49が配設されている。また、この密閉室44a内には電解質溶液51が水密状態で封入されている。

【0037】なお、ケモメカニカル物質48…は電圧印加により収縮する電解質高分子ゲルが用いられる。また、正電極47、負電極49には白金もしくは金のワイヤが用いられる。さらに、フィルム50はゴム等の伸縮性に富むものが用いられる。

【0038】また、可撓管41の湾曲部42の各アクチュエータ収納室43内に収納されたアクチュエータ44は図示しない手元側の制御部の操作によってそれぞれ独立的に電圧が印加されるようになっている。

【0039】次に、上記構成の作用について説明する。まず、アクチュエータ44の正電極47と負電極49との間に電圧が印加されていない状態では図8(A)に示すようにアクチュエータ44のフィルム50は略円筒状の初期形状で保持される。

【0040】また、アクチュエータ44の正電極47と負電極49との間に電圧が印加された場合にはケモメカニカル物質48は物質内部に貯えていた電解質溶液を排出して等方向に収縮変形をする。そして、このケモメカニカル物質48の収縮動作にともない容量が増加する電解質溶液51によってフィルム50が図8(B)に示すように横方向に膨張される。

【0041】この状態から電圧印加を止めるか、或いは正負逆に電圧を印加すると、ケモメカニカル物質48は電解質溶液51を吸収して図8(A)に示したように元に戻る。

【0042】そして、カテーテル等の可撓管41の使用時には可撓管41を患者の消化管や血管等の蛇行した管

腔に挿入していく際、図示しない手元操作部により、アクチュエータ収納室43内のアクチュエータ44に選択的に電圧を印加することにより、電圧印加されたアクチュエータ44を図8(B)に示すように径方向に膨脹させ、図9に示す様に可撓管41を多段式に湾曲させることができる。このとき、電圧印加するアクチュエータ44を選択することで蛇行した血管、消化管へも容易に挿入可能となる。

【0043】また、可撓管41の湾曲部42の各アクチュエータ収納室43内に収納された全てのアクチュエータ44…を非電圧印加状態、または正負逆に通電することにより、可撓管41は直線状となり、容易に生体から抜去できる。さらに、可撓管41の管内に形成されるチャンネル52内を通して処置具等を挿通し、各種処置も実施できる。

【0044】そこで、上記構成のものにあつては可撓管41の湾曲部42の各アクチュエータ収納室43内に収納された全てのアクチュエータ44…のうち選択的に電圧を印加することにより、湾曲部42の屈曲の方向、位置、向きの制御ができる。

【0045】さらに、各アクチュエータ44には複数の円筒状もしくは繊維状のケモメカニカル物質48…を収容させたので、電圧印加時の発生力を集積化でき、発生力が増大させることができる。そのため、電圧印加時にはアクチュエータ44を高速に駆動することができ、湾曲操作の応答性を高めることができる。また、駆動電圧を従来に比べて小さくすることができるので、電圧印加時の電極部からのガス発生を防止することができる。

【0046】また、図10(A)～(C)は図10

(A)に示すようにカテーテル等の可撓管61の先端部側に配設された湾曲部62の第2の変形例を示すものである。この湾曲部62には可撓管61の管壁内にアクチュエータ収納室63が2方向にのみ設けられている。

【0047】各アクチュエータ収納室63内には図10(B)に示すケモメカニカルアクチュエータ64が収納されている。このケモメカニカルアクチュエータ64には上下に離間対向配置された電圧印加電極を兼ねる導電性のある一対の支持板65、66が設けられている。これらの支持板65、66間の外周面には異方性の伸縮をするメッシュ67と可撓性のあるフィルム68とが配設されてアクチュエータ64の密閉室64aが形成されている。

【0048】さらに、密閉室64a内には粒子状の多数のケモメカニカル物質69…と、電解質溶液70とが収容されている。なお、粒子状ケモメカニカル物質69…は膨潤、収縮率の大きい電解質高分子ゲルが望ましい。また、メッシュ67は繊維を斜めに編んでいる為、図10(B)の状態よりも長ならず、横方向にのみ変形できる。

【0049】また、可撓管61の先端部外周面には各ア

クチュエータ収納室63と対応する部位におもり71がそれぞれ固定されている。さらに、各アクチュエータ収納室63内のアクチュエータ64の支持板65、66はリード線72を介して手元側操作部に設けた電源73、スイッチ74に接続されている。この場合、スイッチ74の一方の切換え端子74aは一方のアクチュエータ64側の支持板66に、また他方の切換え端子74bは他方のアクチュエータ64側の支持板66にそれぞれ接続されている。さらに、スイッチ74の切換えレバー74cは図10(A)に示す中立位置、或いは切換え端子74a、74bのいずれか一方に接続された2つの接続位置に選択的に切換え操作されるようになっている。

【0050】そして、スイッチ74の切換えレバー74cが中立位置に保持されている状態では両アクチュエータ64は非通電状態で保持されるとともに、切換えレバー74cがいずれか一方の切換え端子74a、74bとの接続位置に切換え操作された場合には電源73から供給される電圧が切換えレバー74cによって接続された方のアクチュエータ64に選択的に印加される状態に切換えられるようになっている。

【0051】次に、上記構成の作用について説明する。まず、スイッチ74の切換えレバー74cが中立位置に保持されている状態では両アクチュエータ64は非通電状態で保持されるので、両アクチュエータ64の支持板65、66間のフィルム68は図10(B)に示すように略円筒状の初期形状で保持される。そして、この状態では図10(A)中に実線で示すように可撓管61の湾曲部62は略直線状の初期形状で保持される。

【0052】また、手元側操作部の操作にともないスイッチ74の切換えレバー74cがいずれか一方の切換え端子、例えばここでは切換え端子74aとの接続位置に切換え操作された場合には電源73から供給される電圧が切換えレバー74cによって接続された切換え端子74a側のアクチュエータ64に選択的に印加される。この状態では上下の支持板65、66間に電圧が印加され、図10(C)に示すようにアクチュエータ64内の粒子状ケモメカニカル物質69…が電解質溶液70を吸収して膨潤し、それによって上下の支持板65、66間のフィルム68およびメッシュ67が横方向に膨れてアクチュエータ64全体が長さ方向には縮む状態に変形する。

【0053】これにより、図10(A)中に一点鎖線で示すように可撓管61の湾曲部62は上向きに湾曲する。このとき、可撓管61の先端部外周の湾曲方向のおもり71によってこのおもり71がない場合と比べ湾曲変位は大きくなる。

【0054】また、可撓管61の湾曲部62を略直線状の初期形状に戻すにはスイッチ74の切換えレバー74cが中立位置に切換え操作し、アクチュエータ64への電圧印加を止めるか、或いは逆の電圧を印加すれば良

い。

【0055】さらに、可撓管61の湾曲部62を逆側に湾曲させる場合には手元側操作部の操作にともないスイッチ74の切換えレバー74cを他方の切換え端子、例えばここでは切換え端子74bとの接続位置に切換え操作して逆側のアクチュエータ64に電圧を印加すれば良い。

【0056】したがって、この場合もカテーテル等の可撓管61の使用時にはこの可撓管61を消化管、血管等の管腔臓器に挿入し、目的とする患部に近接させる際に、可撓管61の湾曲部62を湾曲させる必要が生じた場合は手元側操作部を操作し、電源73の電圧を一方のアクチュエータ64に印加することにより、可撓管61の湾曲部62を湾曲させることができる。

【0057】また、図11(A)、(B)は図10(A)～(C)のケモメカニカルアクチュエータ64の変形例を示すものである。すなわち、図10(A)～(C)ではアクチュエータ64の密閉室64a内に粒子状ケモメカニカル物質69…を収容した構成のものを示したが、ここでは粒子状ケモメカニカル物質69…の代わりにファイバ状のケモメカニカル物質81を収容する構成にしたものである。

【0058】したがって、この場合にはアクチュエータ64の密閉室64a内のケモメカニカル物質81がファイバ状になっているので、アクチュエータ64の密閉室64a内に収容されるケモメカニカル物質81全体の表面積を増やすことができる。そのため、アクチュエータ64の応答性を一層高速化することができるとともに、ケモメカニカル物質81の形状が無定形なのでアクチュエータ64の形状の制限を少なくすることができる。

【0059】また、図12(A)、(B)は図7の可撓管41の湾曲部42のアクチュエータ収納室43内に収容されるアクチュエータのさらに別の変形例を示すものである。

【0060】すなわち、この変形例のアクチュエータ91には上下に離間対向配置された電圧印加電極を兼ねる導電性のある一対の支持板92、93が設けられている。これらの支持板92、93間の外周面には可撓性のある円筒状のフィルム94が配設されてアクチュエータ91の密閉室91aが形成されている。

【0061】さらに、上部支持板92の下面にはカーボンファイバ等からなる複数の正電極95…が突設されている。これらの正電極95…の表面にはポリアクリル酸ナトリウム等の高分子ゲルから成るケモメカニカル物質96がそれぞれ付着されている。また、このケモメカニカル物質96の表面には支持板92との接合部位以外の部分に白金もしくは金等の薄膜がメッキされている。これらの薄膜の基端部は下部支持板93の上面に接続され、負電極97が形成されている。

【0062】なお、アクチュエータ91の密閉室91a

内には電解質溶液98が封入されている。また、負電極97の白金もしくは金の薄膜は各々の粒子が堆積した状態のもので柔軟性があり、密閉室91a内の電解質溶液98を通過可能である。

【0063】そして、このアクチュエータ91は図7の可撓管41の湾曲部42の各アクチュエータ収納室43内に収容され、手元側操作部からの操作によって各アクチュエータ収納室43内のアクチュエータ91の電圧の印加状態をそれぞれ制御可能になっている。

【0064】次に、上記構成の作用について説明する。まず、全てのアクチュエータ収納室43内のアクチュエータ91が非通電状態で保持されている場合には各アクチュエータ91の支持板92、93間のフィルム94は図12(A)に示すように略円筒状の初期形状で保持される。そして、この状態では可撓管41の湾曲部42は略直線状の初期形状で保持される。

【0065】また、いずれかのアクチュエータ収納室43内のアクチュエータ91に可撓管41の手元側から電圧を印加した場合には電圧が印加されたアクチュエータ91内のケモメカニカル物質96は内部の電解質溶液98を排出して軸方向に収縮し、排出された電解質溶液98によってフィルム94を横方向に膨らまし、図12(B)に示す収縮形状に変形する。したがって、このアクチュエータ91の変形動作にともない可撓管41の湾曲部42が湾曲操作される。

【0066】また、可撓管41を直線状態に戻すにはアクチュエータ91への電圧印加を止めるか、正負逆の電圧を印加する。するとケモメカニカル物質96は電解質溶液98を吸収して膨潤変形し、図12(A)に示すように略円筒状の初期形状に戻る。可撓管41は元の直線状態に戻る。

【0067】図13(A)、(B)は図13(A)に示すようにカテーテル等の可撓管101の先端部側に配設された湾曲部102の第3の変形例を示すものである。この場合、可撓管101の湾曲部102には図13(A)に示すように軸方向及び円周方向にそれぞれ複数のアクチュエータ収納室103が設けられている。これらのアクチュエータ収納室103はそれぞれ連通孔104を介して可撓管101の外部と直通可能となっている。

【0068】また、各アクチュエータ収納室103内には電圧印加により収縮する高分子ゲルのケモメカニカル物質から成るアクチュエータ105が設けられ、このアクチュエータ105の両端にはそれぞれ電圧印加電極106a、106bが配設されている。なお、各アクチュエータ収納室103内のアクチュエータ105の電圧印加電極106a、106bには図示しない手元側制御部の操作で選択的に電圧が印加されるようになっている。

【0069】また、各連通孔104の上部、すなわち可撓管101の外周面上には多孔質膜、金属メッシュ、高

分子メッシュ、不織布等のカバー部材107が装着されている。そして、このカバー部材107を通してアクチュエータ105への電解質溶液の出入り、或いは電極106a、106bから発生したガスを可撓管101の外部へ排出可能としてある。

【0070】次に、上記構成の作用について説明する。まず、全てのアクチュエータ収納室103内のアクチュエータ105が非通電状態で保持されている場合には各アクチュエータ105は所定長さの初期形状で保持される。そして、この状態では可撓管101の湾曲部102は略直線状の初期形状で保持される。

【0071】また、いずれかのアクチュエータ収納室103内のアクチュエータ105に可撓管101の手元側から電圧を印加した場合には電圧が印加されたアクチュエータ105のケモメカニカル物質は内部に含んだ電解溶液を排出して軸方向に収縮する。

【0072】このとき排出された電解溶液、及び電極106a、106bから発生したガスは連通孔104およびカバー部材107を通して可撓管101の外部へ排出される。そして、可撓管101の湾曲部102はアクチュエータ105の変形動作にともない図9に示すように多段階湾曲される。

【0073】また、可撓管101を直線状の初期形状に戻す場合には手元側制御部を操作して電圧印加を停止するか、正負逆の電圧を印加すれば良い。このとき、可撓管101の外部の溶液（体液等）がカバー部材107および連通孔104を通してアクチュエータ収納室103内に浸入し、アクチュエータ105のケモメカニカル物質は膨潤状態となる。

【0074】したがって、この場合も可撓管101の使用時にはこの可撓管101を生体の消化管、血管等の管腔臓器に挿入し、湾曲させる必要が生じた際に図示しない手元側制御部を操作してアクチュエータ105のケモメカニカル物質に電圧を印加することにより、可撓管101の湾曲部102を湾曲させることができる。

【0075】さらに、この場合にはアクチュエータ収納室103に可撓管101の外部に連通させた連通孔104を形成し、この連通孔104の上部に多孔質膜、金属メッシュ、高分子メッシュ、不織布等のカバー部材107を装着したので、アクチュエータ収納室103内のアクチュエータ105のケモメカニカル物質への電解溶液の出入りを可撓管101の内外で行なうことができ、駆動効率が向上する。また、アクチュエータ105の電極106a、106bから発生したガスを効率よく外部へ排出できる。

【0076】図14（A）、（B）は図14（A）に示すようにカテーテル等の可撓管111の先端部側に配設された湾曲部112の第4の変形例を示すものである。この場合、可撓管111の湾曲部112の管壁片側には図14（A）に示すように略円弧形状の曲がりぐせの付

いたワイヤ、板等から成るばね部材113が埋設されている。

【0077】また、可撓管111の管壁の他方側（略180°の位置）には電圧印加により収縮するケモメカニカル物質からなるワイヤ状のアクチュエータ114が埋設されている。このアクチュエータ114の両端には電圧印加電極115a、115bが配設されている。これらの電圧印加電極115a、115bはリード線116を介して手元側操作部に設けた電源117、スイッチ118に接続されている。

【0078】そして、スイッチ118が図14（A）に示すようにオフ状態で保持されている場合には可撓管111の湾曲部112はばね部材113のばね力によって略円弧形状に一方に湾曲された初期の湾曲形状で保持されている。

【0079】また、カテーテル等の可撓管111の使用時にはスイッチ118をオン操作して電源117の電圧をアクチュエータ114のケモメカニカル物質に印加する。この場合にはアクチュエータ114のケモメカニカル物質は収縮してばね部材113に打ち勝つ力を発生し、これにより可撓管111の湾曲部112は図14

（A）中で点線に示すように直立する。そのため、この状態で可撓管111が人体の消化管、血管等の管腔臓器内に挿入される。

【0080】さらに、可撓管111を患部に近づける為、湾曲させる必要が生じた場合には湾曲部112を直立させた際の印加電圧より高い電圧をアクチュエータ114のケモメカニカル物質に印加する。

【0081】この場合にはアクチュエータ114のケモメカニカル物質はさらに大きく収縮し、大きな発生力を出すので、可撓管111の湾曲部112は図14（B）に示すように初期の湾曲形状とは逆方向に湾曲操作される。このとき、可撓管111の湾曲部112を逆側に湾曲させたい場合にはスイッチ118をオフ操作し、アクチュエータ114のケモメカニカル物質への電圧印加を停止することにより、可撓管111の湾曲部112はばね部材113のばね力によって初期の湾曲形状に復帰される。

【0082】そこで、上記構成のものにあつては略円弧形状の曲がりぐせの付いたワイヤ、板等から成るばね部材113を可撓管111内に埋設しているので、1つのケモメカニカルアクチュエータ114で可撓管111の湾曲部112を2方向に湾曲させることができ、構成の簡略化、細径化が実現できる。

【0083】図15（A）、（B）は図15（A）に示すようにカテーテル等の可撓管121の先端部側に配設された湾曲部122の第5の変形例を示すものである。これは、可撓管121の湾曲部122に直列に連結された4つの局部湾曲要素123a、123b、123c、123dを設けたものである。



【0084】この場合、湾曲部122の最先端の局部湾曲要素123aには可撓管121の管壁内に2組のケモメカニカル物質からなるワイヤ状のアクチュエータ124が周方向に180°の位置に埋設されている。

【0085】さらに、最先端の局部湾曲要素123aに連結された後方の3つの局部湾曲要素123b、123c、123dには図14(A)、(B)の湾曲部112と同様に可撓管121の湾曲部122の管壁片側に略円弧形状の曲がりぐせの付いたワイヤ、板等から成るばね部材125がそれぞれ埋設され、可撓管121の管壁の他方側(略180°の位置)に電圧印加により収縮するケモメカニカル物質からなるワイヤ状のアクチュエータ126がそれぞれ埋設されている。

【0086】そして、最先端の局部湾曲要素123aのアクチュエータ124および後方の3つの局部湾曲要素123b、123c、123dの各アクチュエータ126のケモメカニカル物質は図示しない手元操作部により電源電圧を可変して選択的に印加可能になっている。

【0087】なお、可撓管121の湾曲部122は後方の3つの局部湾曲要素123b、123c、123dの部分の各アクチュエータ126が電圧印加されていない場合にはばね部材125のばね力によって図15(A)に示す通り円弧状に丸まった湾曲形状で保持されている。

【0088】そこで、上記構成のものにあつては図14(A)、(B)の変形例と同様の効果を得ることができる他、多関節湾曲が実現できる。さらに、この変形例では最先端の局部湾曲要素123aにのみ可撓管121の管壁内に2組のケモメカニカル物質からなるワイヤ状のアクチュエータ124を埋設したので、可撓管121の先端部を目的部位に接近させる作業の作業性を高めることができる。

【0089】図16(A)は多関節構造の一对の操作アーム131を備えたマイクロロボット132を示すものである。このマイクロロボット132のケース133の内部には図16(A)に示すように電源134、体外からの信号を受信する受信部135、体外へ信号を送る送信部136、及び制御部137がそれぞれ接続して設けられている。

【0090】また、制御部137には体内で観察を行なうためのCCD(固体撮像素子)から成る観察部138、及びLED(発光ダイオード)から成る照明部139がそれぞれ接続されている。

【0091】さらに、マイクロロボット132のケース133には両側に出入口140が形成されている。この出入口140はケース133内の操作アーム131の収納室に連通されている。そして、収納室内に収納された多関節構造の操作アーム131はこの出入口140からケース133の外部に出入り可能になっている。

【0092】また、多関節構造の操作アーム131は図

15(A)、(B)の可撓管121によって形成されている。この操作アーム131の最先端の局部湾曲要素123aのアクチュエータ124および後方の3つの局部湾曲要素123b、123c、123dの各アクチュエータ126はそれぞれ制御部137に接続され、この制御部137からの指令によって電源電圧を可変して選択的に印加可能になっている。

【0093】そして、操作アーム131は後方の3つの局部湾曲要素123b、123c、123dの部分のばね部材125のばね力によって図15(A)に示す通り円弧状に丸まった湾曲形状でケース133内の操作アーム131の収納室の内部に格納されている。

【0094】さらに、操作アーム131の最先端の局部湾曲要素123aには体内で各種処理を行なうためのグリッパ141が設けられている。このグリッパ141は制御部137に接続され、この制御部137からの指令によって動作が制御されるようになっている。

【0095】また、マイクロロボット132の使用時には患者の体内の患部142の近傍にマイクロロボット132を導入したのち、観察部138より観察を行なう。観察された映像は送信部136から送信され、体外にてモニターされる。そして、患部142を治療する為に体外から信号を受信部135へ送り、操作アーム131を駆動させる。

【0096】すなわち、操作アーム131は体外からの信号によって図16(A)の丸まった湾曲形状からケース133の出入口140を介して外部側に突出され、図16(B)に示すように伸長された状態に変形操作される。続いて、体外から信号を送り、グリッパ141を駆動させて患部142を治療する。

【0097】また、治療が終了したら、再度体外から信号を送り、操作アーム131を図16(A)の丸まった湾曲形状に変形させ、ケース133内の操作アーム131の収納室の内部に格納させる。

【0098】そこで、上記構成のものにあつては処理を行う時のみマイクロロボット132の操作アーム131を伸長し、通常はケース133内の操作アーム131の収納室の内部に格納させることができるので、マイクロロボット132の操作アーム131による処理が行なわれていない場合にマイクロロボット132の操作アーム131が邪魔になるおそれがない。なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施できることは勿論である。

【0099】

【発明の効果】本発明によればケモメカニカル材料がシート状に成形されたケモメカニカルシートを設け、このケモメカニカルシートに電圧印加電極が装着された膜型アクチュエータ構成要素を形成するとともに、膜型アクチュエータ構成要素を巻回して巻回構造体を形成し、この巻回構造体によって湾曲部を湾曲操作する湾曲操作手

段を設けたので、湾曲部内に高充填率で充填させ、電圧印加駆動型のケモメカニカル材料を利用したアクチュエータによる湾曲力量・応答性を向上でき、かつ電圧印加駆動時のガス発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例のアクチュエータの膜型アクチュエータ構成要素を示す斜視図。

【図2】 アクチュエータの巻回構造体を示すもので、(A)は非電圧印加状態の巻回構造体の斜視図、(B)は電圧印加状態の巻回構造体の斜視図。

【図3】 可撓管の湾曲部を示すもので、(A)は非湾曲状態の湾曲部を示す斜視図、(B)は湾曲状態の湾曲部を示す斜視図。

【図4】 本発明の第2の実施例の可撓管の湾曲部を示す横断面図。

【図5】 本発明の第3の実施例における内視鏡の挿入部の湾曲部を示す横断面図。

【図6】 内視鏡の湾曲状態の湾曲部を示す斜視図。

【図7】 湾曲部の第1の変形例を示す断面斜視図。

【図8】 アクチュエータを示すもので、(A)は非電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図、(B)は電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図。

【図9】 可撓管の多段型の湾曲部を示す斜視図。

【図10】 湾曲部の第2の変形例を示すもので、(A)は要部の概略構成図、(B)は非電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図、(C)は電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図。

【図11】 アクチュエータの変形例を示すもので、

(A)は非電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図、(B)は電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図。

【図12】 アクチュエータの他の変形例を示すもので、(A)は非電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図、(B)は電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図。

【図13】 湾曲部の第3の変形例を示すもので、(A)は湾曲部の要部の概略構成図、(B)は湾曲部の横断面図。

【図14】 湾曲部の第4の変形例を示すもので、(A)は非電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図、(B)は電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図。

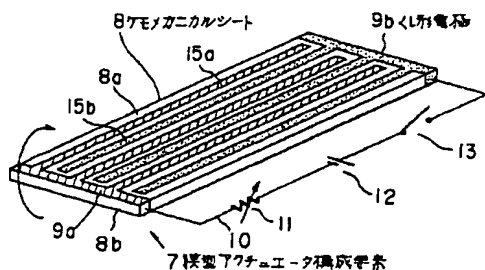
【図15】 湾曲部の第5の変形例を示すもので、(A)は非電圧印加状態のアクチュエータを示す斜視図、(B)はアクチュエータへの電圧印加時の湾曲部の変形状態を示す側面図。

【図16】 多関節構造のマイクロロボットを示すもので、(A)はマイクロロボットの内部の概略構成図、(B)はマイクロロボットの使用状態を示す斜視図。

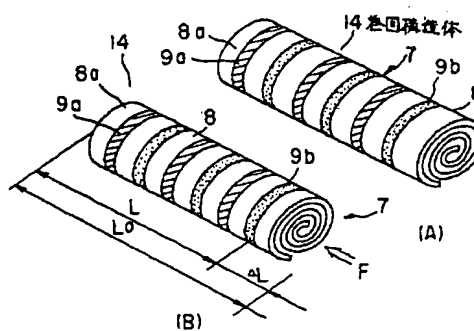
【符号の説明】

1…可撓管、2…湾曲部、5、6、21、22、23、33、34、35…アクチュエータ（湾曲操作手段）、7…膜型アクチュエータ構成要素、8…ケモメカニカルシート、9a、9b…くし形電極（電圧印加電極）、14…巻回構造体。

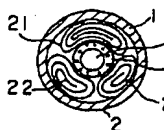
【図1】



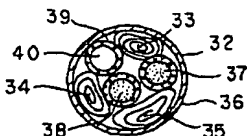
【図2】



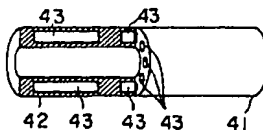
【図4】



【図5】



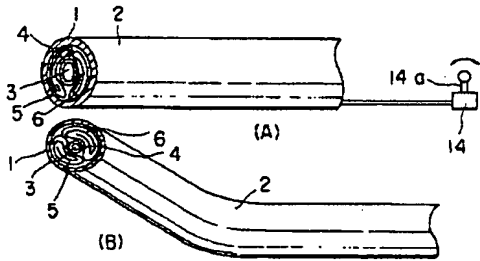
【図7】



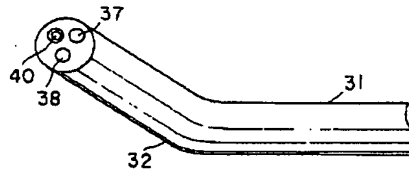
【図9】



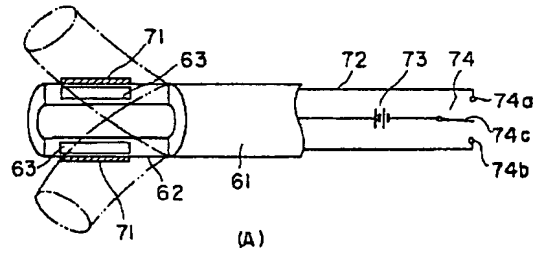
【図3】



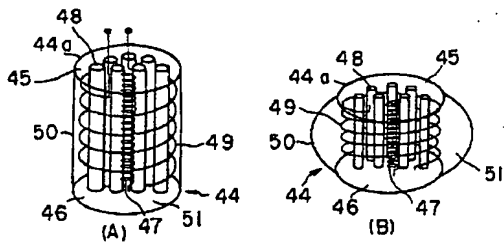
【図6】



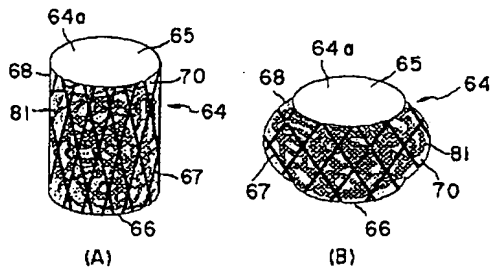
【図10】



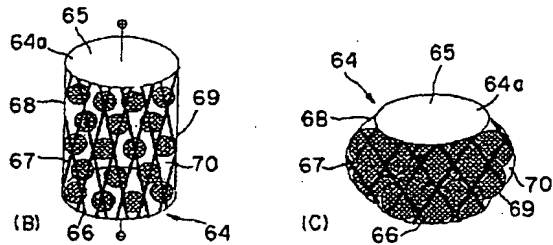
【図8】



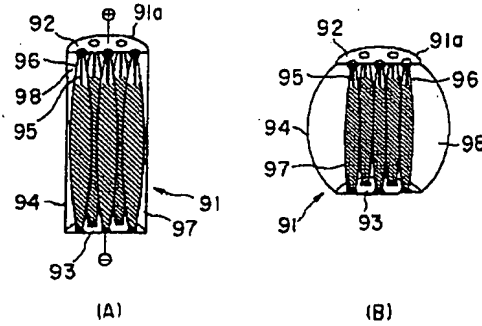
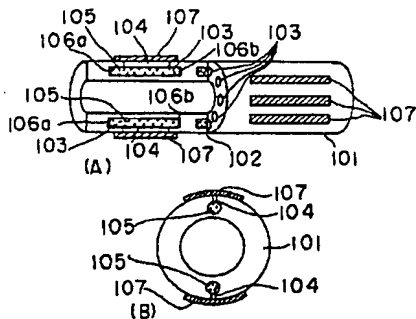
【図11】



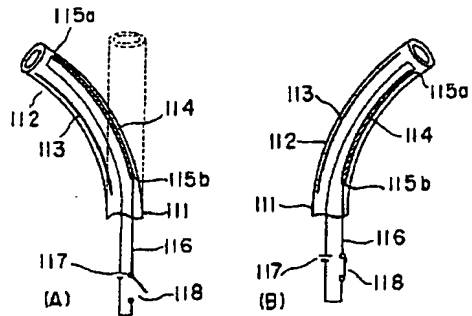
【図12】



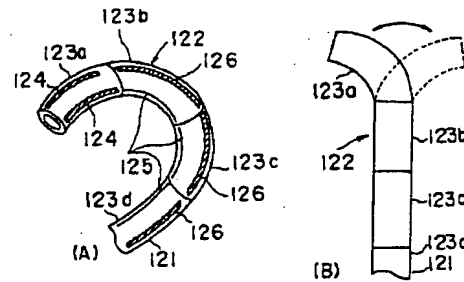
【図13】



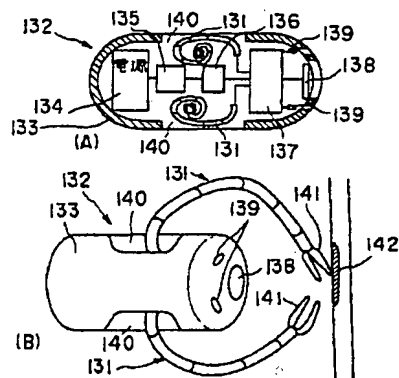
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 柳沢 一向  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 内山 秀紀  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内